

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
 INSTITUT NATIONAL
 DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
 PARIS

①① N° de publication :
 (à n'utiliser que pour les
 commandes de reproduction)

2 797 297

②① N° d'enregistrement national : 99 10254

⑤① Int Cl⁷ : F 01 L 9/04

D1

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 06.08.99.

③⑦ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la
 demande : 09.02.01 Bulletin 01/06.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
 recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
 présent fascicule*

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux
 apparentés :

⑦① Demandeur(s) : RENAULT — FR.

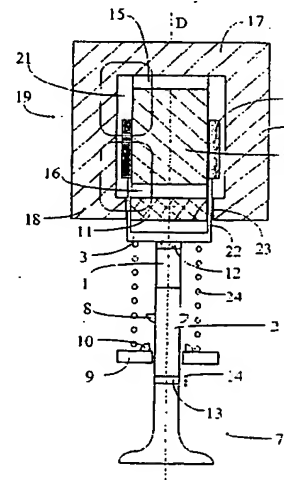
⑦② Inventeur(s) : BONZANO GIORGIO et CRIQUI BER-
 NARD.

⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) : RENAULT TECHNOCENTRE.

⑤④ DISPOSITIF D'ACTIONNEMENT DE SOUPAPE ELECTRODYNAMIQUE.

⑤⑦ Dispositif d'actionnement électrodynamique pour soupape (7) à tige (2), d'axe D, d'un moteur à combustion interne, assurant l'ouverture et la fermeture sélective de la soupape (7), comportant un corps (19) comprenant un entrefer fixe (21), des moyens (15, 16) pour générer un champ magnétique à l'intérieur dudit entrefer fixe (21), et un bobinage (4), relié à ladite soupape par des moyens de liaison (1, 3, 22), ledit bobinage (4) étant adapté pour se déplacer dans l'entrefer fixe (21) selon l'axe D, en entraînant ladite soupape (7), lorsqu'il est traversé par un courant électrique, caractérisé en ce que les moyens (15, 16) pour générer le champ magnétique à l'intérieur de l'entrefer fixe (21) sont constitués par des aimants permanents.



FR 2 797 297 - A1



Dispositif d'actionnement de soupape électrodynamique

La présente invention se rapporte au domaine technique des actuateurs électromagnétiques de soupapes d'admission et d'échappement d'un moteur à combustion interne.

5 Des soupapes de type champignon équipent habituellement les moteurs à combustion interne. Elles sont maintenues, au repos, dans une position fermée, au moyen de ressorts. Une came, ou tout moyen équivalent, agit contre l'action du ressort pour ouvrir la soupape, le ressort tendant à
10 en synchronisation avec le vilebrequin du moteur. Puisque les soupapes sont reliées au vilebrequin, la vitesse d'ouverture et de fermeture des soupapes est liée à la vitesse de rotation du vilebrequin.

L'utilisation d'actuateurs électromagnétiques, pour chaque soupape, permet d'obtenir des vitesses d'ouverture et de fermeture de soupapes qui
15 peuvent être contrôlées indépendamment du régime moteur.

Les actuateurs électromagnétiques comportent deux catégories : les actuateurs dits électromécaniques et les actuateurs dits électrodynamiques. Les actuateurs électromécaniques fonctionnent habituellement selon le principe suivant. Un plateau, constitué d'une substance ferromagnétique, est
20 solidaire de la tige de la soupape. Ce plateau subit les forces d'attraction ou de répulsion de générateurs de champ magnétique variable qui sont montés fixes sur l'actuateur. Ces forces sont d'intensité suffisante pour provoquer le déplacement de la soupape, par l'intermédiaire du plateau qui peut venir en butée dans deux positions extrêmes, une d'ouverture et une de fermeture de
25 la soupape, chacune proche d'un générateur.

Pour optimiser les phases d'admission et d'échappement des gaz de la chambre de combustion du moteur, il est souhaitable d'obtenir des valeurs de vitesses d'ouverture et de fermeture de soupape élevées, permettant

d'avoir un changement quasi instantané entre la position d'ouverture et la position de fermeture de la soupape.

Pour obtenir des vitesses d'ouverture et de fermeture élevées, il est nécessaire d'exercer sur le plateau lié à la tige de la soupape des forces d'intensité importante, et par conséquent de pouvoir obtenir des champs magnétiques d'intensité importante. Or ces forces décroissent rapidement avec la distance séparant le plateau du générateur. L'obtention de champs magnétiques d'intensité suffisante représente des contraintes rédhibitoires pour le dimensionnement des générateurs.

10 Ce problème peut être évité par les dispositifs appelés actionneurs électrodynamiques de soupape. Dans ce type d'actionneurs, ce n'est pas un plateau, constitué d'une matière ferromagnétique, et solidaire de la tige de soupape, qui se déplace sous l'action d'un champ magnétique variable, entraînant ainsi l'ouverture et la fermeture de la soupape, c'est un
15 conducteur traversé par un courant d'intensité variable qui se déplace dans un champ magnétique et entraîne le déplacement de la soupape.

La publication WO 97 06 356 décrit un tel dispositif. Il s'agit d'un actionneur électrodynamique comportant une bobine conductrice, transportant un courant, fixé à la tige de soupape et placée dans un entrefer fixe et se
20 déplaçant perpendiculairement à un champ magnétique traversant l'entrefer et produit par un générateur de champ magnétique constitué par des bobines fixes.

La force électromagnétique, dite de Lorentz, s'exerçant sur la bobine résulte de l'interaction du champ magnétique et du courant. Comme
25 l'entrefer, dans lequel se déplace la bobine est d'une part constant, et d'autre part d'épaisseur relativement faible, les forces électromagnétiques engendrées ne requièrent pas des champs magnétiques aussi importants que dans le cas d'actionneurs électromagnétiques.

Le dispositif décrit dans la publication WO 97 06 356 présente les inconvénients suivants. Les moteurs à combustion interne, équipant des véhicules, exigent des temps de réponse très courts pour les soupapes. Or la présence de bobines fixes, ayant une impédance électrique élevée, pour créer
5 le champ magnétique permanent traversant l'entrefer, empêche le passage de fortes impulsions de courant électrique dans la bobine mobile.

De plus, le dispositif décrit dans la publication n'autorise pas la rotation de la soupape sur elle-même. Or, dans le cas des moteurs à combustion interne, une telle rotation, même d'amplitude faible, est
10 souhaitable pour assurer la fonction d'étanchéité à la fermeture de la soupape sur son siège par effet de rodage des surfaces en contact.

La présente invention vise à obtenir un actuateur électrodynamique, de soupape de moteur à combustion interne, présentant une faible impédance électrique, et dans lequel la soupape est libre de tourner autour
15 de son axe.

Dans ce but elle propose un dispositif d'actionnement électrodynamique pour soupape à tige, d'axe D, d'un moteur à combustion interne, assurant l'ouverture et la fermeture sélective de la soupape, comportant un corps comprenant un entrefer fixe, des moyens pour générer
20 un champ magnétique à l'intérieur dudit entrefer fixe, et un bobinage, relié à ladite soupape par des moyens de liaison, ledit bobinage étant adapté pour se déplacer dans l'entrefer fixe selon l'axe D, en entraînant ladite soupape, lorsqu'il est traversé par un courant électrique, caractérisé en ce que les moyens pour générer le champ magnétique à l'intérieur de l'entrefer fixe
25 sont constitués par des aimants permanents.

Selon une autre caractéristique de l'invention, les moyens de liaison sont conformés pour rendre la bobine solidaire de la soupape en translation selon l'axe D.

Selon une autre caractéristique de l'invention, les moyens de liaison et le corps sont conformés pour permettre la rotation de la soupape.

Selon une autre caractéristique de l'invention, les moyens intermédiaires comportent une ossature de forme tubulaire sur laquelle est
5 monté le bobinage.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le corps comporte une partie tubulaire fermée à une première extrémité et en partie ouverte à une seconde extrémité, la partie tubulaire étant réalisée, au moins en partie, dans une matière de haute perméabilité magnétique.

10 Selon une autre caractéristique de l'invention, le corps comprend un évidement cylindrique contenant un élément cylindrique central constitué au moins en partie par une matière de perméabilité magnétique élevée, l'élément cylindrique central et la partie tubulaire du corps définissant un évidement tubulaire faisant entrefer.

15 Selon une autre caractéristique de l'invention, l'ossature comporte au moins une partie réalisée dans une matière de haute perméabilité magnétique.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le bobinage reste en permanence dans l'entrefer fixe pendant l'ouverture et la fermeture de la
20 soupape.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le dispositif d'actionnement électrodynamique comporte des moyens de mesure pour déterminer les efforts présents dans la tige de la soupape, et des moyens pour asservir le courant traversant la bobine en fonction de la valeur
25 mesurée des efforts.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le dispositif d'actionnement électrodynamique comporte des moyens pour mesurer les déplacements de la soupape et des moyens pour asservir le courant traversant la bobine en fonction de la valeur mesurée de déplacement.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre en référence au dessin annexé dont la figure unique représente schématiquement l'architecture d'un actuateur électrodynamique conforme à l'invention.

5 L'unique figure représente une soupape 7 à tige commandant l'entrée des gaz d'admission, ou la sortie des gaz d'échappement, dans une chambre de combustion d'un moteur à combustion interne. Cette soupape 7 est montée coulissante par sa tige 2 d'axe D, dans un guide (non représenté) monté en partie dans la culasse du moteur.

10 L'actuateur de soupape 7 est constitué par un corps 19 se composant d'une partie tubulaire 6 fermée à sa première extrémité 17, et présentant une ouverture à sa seconde extrémité 18, la partie tubulaire 6 étant réalisée dans une matière présentant une perméabilité magnétique élevée. La partie tubulaire 6 définit un logement cylindrique intérieur, dont l'axe est
15 sensiblement identique à celui de la soupape 7. Le corps 19 comporte un élément cylindrique central 5 placé entre deux aimants permanents 15,16, l'élément cylindrique central 5 étant constitué, comme la partie tubulaire 6, par une matière de perméabilité magnétique élevée. L'élément cylindrique central 5 et les deux aimants permanents 15,16 sont empilés dans le
20 logement cylindrique intérieur et centrés sur l'axe D.

Le corps 19 comprend finalement un élément cylindrique complémentaire 11, réalisé dans la même matière que la partie tubulaire 19, et placé selon l'empilement des deux aimants permanents 15,16 et de l'élément cylindrique central 5.

25 L'empilement des deux aimants permanents 15,16 et de l'élément cylindrique central 5 délimite avec la partie tubulaire 6 un évidement tubulaire 21 d'épaisseur sensiblement constante. Cet évidement tubulaire 21 joue le rôle d'un entrefer. Il est adapté pour favoriser des valeurs élevées de champ magnétiques (par exemple supérieures à un Tesla).

L'élément cylindrique complémentaire 11 définit avec la seconde extrémité 18 de la partie tubulaire 6 une ouverture tubulaire 23.

Le circuit magnétique ainsi défini permet la création d'un flux magnétique dont l'allure est représentée de façon schématique sur l'unique
5 figure.

La tige de la soupape 2 est soudée à une tige noyau 1 pour constituer une pièce monobloc allégée et compactée. Sur la tige noyau 1 est frettée une base 3 cylindrique qui supporte une ossature tubulaire 22, elle-même, supportant un bobinage 4. Le bobinage 4 est placé dans l'entrefer 21 dans
10 lequel il peut effectuer une translation et une rotation selon l'axe D. Les dimensions de l'ouverture tubulaire 23 permettent la translation et la rotation de l'ossature 22 selon l'axe D.

Le bobinage 4 est alimenté électriquement par des fils souples non représentés. Un calculateur électronique, non figuré, commande
15 l'alimentation en courant de ces fils suivant des stratégies de pilotage adaptées.

Par passage de courant électrique à travers le bobinage 4, ce dernier se trouve soumis à une force de Lorentz perpendiculaire au courant et aux champs magnétiques et tend à se déplacer suivant la direction de cette
20 force, qui n'est autre que l'axe D de la soupape 7. La force est proportionnelle à l'amplitude du champ magnétique, à l'intensité du courant traversant le bobinage 4, et à la longueur de fil parcouru par le courant dans le champ magnétique.

L'actuateur électrodynamique selon l'invention peut comporter une
25 butée 8 pour limiter la course de la soupape 7. Sa position est adaptée au dimensionnement du moteur.

Un capteur piezo électrique 12, placé au niveau de l'ossature 3, peut servir à contrôler l'effort de fermeture de la soupape 7. Il est possible

d'envisager un asservissement entre l'information délivrée par ce capteur 12 et l'alimentation électrique du bobinage 4.

De façon facultative, le dispositif selon l'invention peut comporter un ressort de rappel 24 qui sert à maintenir la soupape 7 en position fermée en l'absence de passage de courant. Il augmente l'effort nécessaire à l'ouverture de la soupape 7 mais il en facilite la fermeture.

Le fonctionnement du dispositif selon l'invention est le suivant. Lors des débuts d'ouverture ou fait passer un courant adapté dans le bobinage 4 avec un sens de circulation donné pour déplacer le bobinage vers le bas. Lors de la fermeture, il suffit d'inverser le sens de passage du courant.

Préférentiellement, le bobinage 4 reste, tout au long de sa course à l'intérieur de l'évidement tubulaire 21, jouant le rôle d'entrefer, ce qui permet de dimensionner l'ouverture 23 pour le passage seul de l'ossature 22. En outre, l'ossature 22 est réalisée dans un matériau présentant une perméabilité magnétique élevée afin de ne pas interrompre le circuit magnétique au niveau de l'ouverture 23. La symétrie de révolution, d'axe D, du bobinage 4, de l'ossature 22, de l'ouverture 21 et de l'évidement tubulaire 21 permet la libre rotation de la soupape 7 autour de son axe D. Cette liberté de rotation assure la fonction d'étanchéité à la fermeture de la soupape sur son siège par effet de rodage des surfaces en contact.

En variante, la butée 10, qui détermine la limite de course de la soupape 7, et donc la levée de la soupape, peut se déplacer de façon à faire varier cette levée.

Un capteur de position 14 peut être utilisé pour diagnostiquer l'usure de soupape ou pour contrôler la position de soupape. Ce capteur permet, par ailleurs, d'envisager des levées partielles de la soupape 7. Il suffit pour obtenir une levée partielle de piloter l'alimentation du bobinage 4 en contrôlant la valeur du courant traversant ledit bobinage 4 en fonction de

*bedinglich Hinweis
auf Rotationssymmetrie
=> große Möglichkeit
für Drehbewegung
jedoch kein
Mechanismus
dafür vorgesehen*

l'effort antagoniste du ressort de rappel 24, ou, lorsque ce dernier est absent, du poids de la soupape 7.

5 L'utilisation d'aimants permanents de faible impédance électrique autorise le passage de fortes impulsions de courant électrique dans le bobinage, ce qui n'est pas envisageable lorsque des bobinages sont utilisés à la place des aimants permanents. De telles impulsions sont nécessaires pour assurer des déplacements de la soupape en un temps de réponse très court, qui est généralement inférieur à 5 ms, lors de la montée en régime du moteur.

10 De plus, la masse mobile se composant du bobinage, de l'ossature tubulaire, de la base, de la tige noyau et de la soupape elle-même, il est possible d'obtenir une masse mobile relativement faible, ce qui implique des inerties réduites permettant des temps de réaction de la masse mobile très courts.

15 La présente invention n'est nullement limitée au mode de réalisation décrit et illustré qui n'a été donné qu'à titre d'exemple. Au contraire, l'invention comprend tous les équivalents techniques des moyens décrits ainsi que leurs combinaisons si celles-ci sont effectuées suivant son esprit.

20 En particulier, l'ossature, ainsi que la base peuvent comporter des évidements afin d'en diminuer la masse et ainsi de réduire l'inertie de la partie mobile de l'actuateur.

REVENDICATIONS

1.Dispositif d'actionnement électrodynamique pour soupape (7) à tige (2), d'axe D, d'un moteur à combustion interne, assurant l'ouverture et la fermeture sélective de la soupape (7), comportant un corps (19)
5 comprenant un entrefer fixe (21), des moyens (15,16) pour générer un champ magnétique à l'intérieur dudit entrefer fixe (21), et un bobinage (4), relié à ladite soupape par des moyens de liaison (1,3,22), ledit bobinage (4) étant adapté pour se déplacer dans l'entrefer fixe (21) selon l'axe D, en entraînant ladite soupape (7), lorsqu'il est traversé par un courant électrique,
10 caractérisé en ce que les moyens (15,16) pour générer le champ magnétique à l'intérieur de l'entrefer fixe (21) sont constitués par des aimants permanents.

2.Dispositif d'actionnement électrodynamique pour soupape (7) selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens de liaison (1,3,22)
15 sont conformés pour rendre la bobine (4) solidaire de la soupape (7) en translation selon l'axe D.

3.Dispositif d'actionnement électrodynamique pour soupape (7) selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que les moyens de liaison (1,3,22) et le corps (19) sont conformés pour permettre la rotation de
20 la soupape (7).

4.Dispositif d'actionnement électrodynamique pour soupape (7) selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les moyens intermédiaires (1,3,22) comportent une ossature (22) de forme tubulaire sur laquelle est monté le bobinage (4).

25 5.Dispositif d'actionnement électrodynamique pour soupape (7) selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le corps (19), comporte une partie tubulaire (6) fermée à une première extrémité (17) et en partie ouverte à une seconde extrémité (18), la partie tubulaire (6) étant

réalisée, au moins en partie, dans une matière de haute perméabilité magnétique.

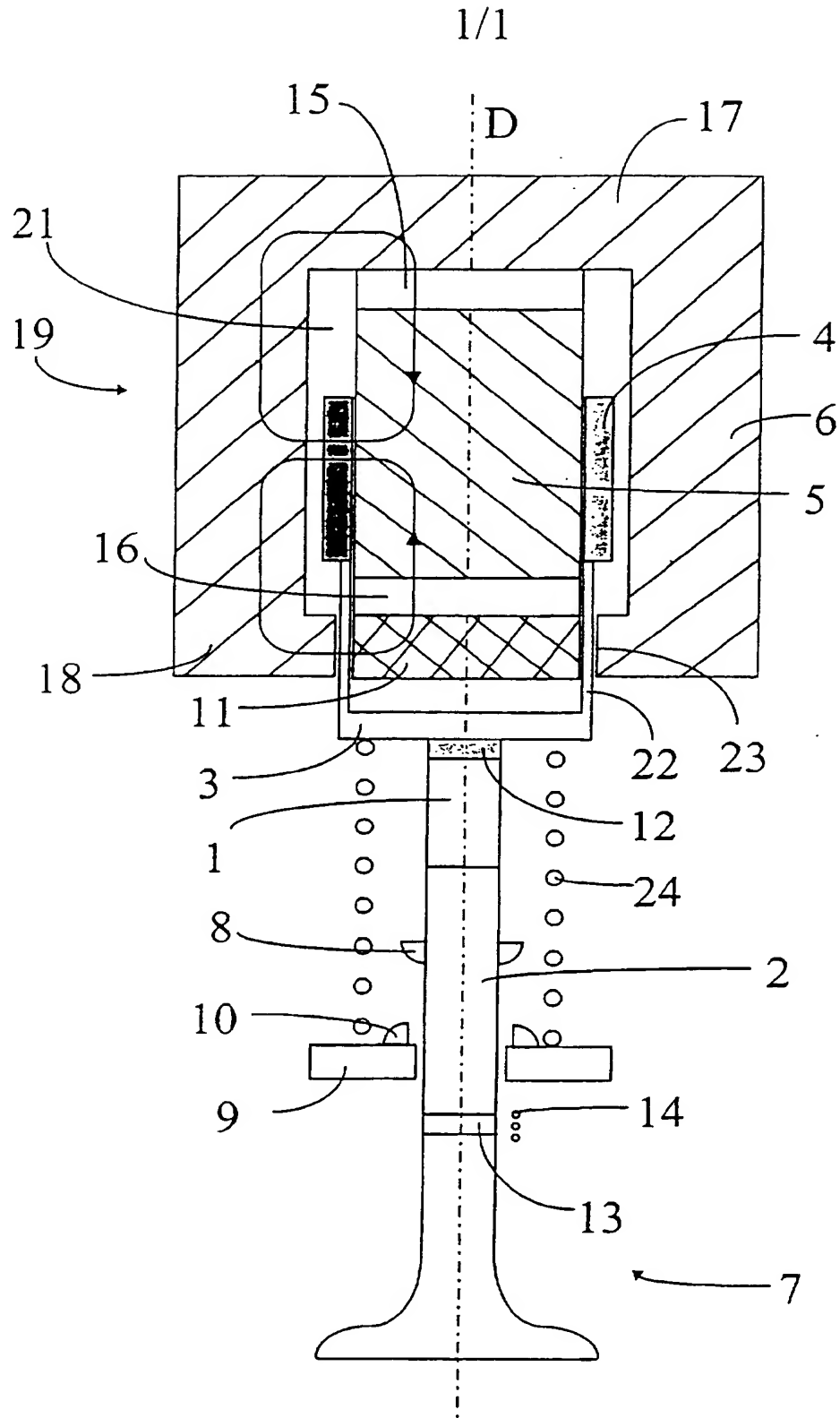
6. Dispositif d'actionnement électrodynamique pour soupape (7) selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le corps (19) comprend un évidement cylindrique contenant un élément cylindrique central (5) constitué au moins en partie par une matière de perméabilité magnétique élevée, l'élément cylindrique central (5) et la partie tubulaire (6) du corps (19) définissant un évidement tubulaire (21) faisant entrefer.

7. Dispositif d'actionnement électrodynamique pour soupape (7) selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que l'ossature (22) comporte au moins une partie réalisée dans une matière de haute perméabilité magnétique.

8. Dispositif d'actionnement électrodynamique pour soupape (7) selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que le bobinage (4) reste en permanence dans l'entrefer fixe (21) pendant l'ouverture et la fermeture de la soupape (7).

9. Dispositif d'actionnement électrodynamique pour soupape (7) selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens (12) de mesure pour déterminer les efforts présents dans la tige (2) de la soupape (7), et des moyens pour asservir le courant traversant la bobine (4) en fonction de la valeur mesurée des efforts.

10. Dispositif d'actionnement électrodynamique pour soupape (7) selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens (14) pour mesurer les déplacements de la soupape (7) et des moyens pour asservir le courant traversant la bobine (4) en fonction de la valeur mesurée de déplacement.



INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE
PRELIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 575956
FR 9910254

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	US 5 094 218 A (SIEMENS AUTOMOTIVE LIMITED) 10 mars 1992 (1992-03-10)	1, 2, 4, 6
A	* le document en entier *	8, 10
X	DE 197 12 063 A (BRAUNEWELL) 1 octobre 1998 (1998-10-01)	1, 4
Y	* colonne 3, ligne 8-13; figures 8A, 8B *	1-4
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 18, no. 59 (M-1552), 31 janvier 1994 (1994-01-31) & JP 05 280316 A (ISUZU MOTORS LTD), 26 octobre 1993 (1993-10-26) * abrégé; figures *	1-4
E	US 5 983 847 A (FUJI OOX INC.) 16 novembre 1999 (1999-11-16) * le document en entier *	1, 2, 4-6; 8, 10
A	DE 197 44 714 C (DAIMLER BENZ AG) 11 mars 1999 (1999-03-11) * colonne 2, ligne 11-63; figures *	1, 7
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1996, no. 4, 30 avril 1996 (1996-04-30) & JP 07 332044 A (HONDA MOTOR CO LTD), 19 décembre 1995 (1995-12-19) * abrégé *	9
A	FR 2 767 375 A (SIEMENS AG) 19 février 1999 (1999-02-19) * page 2, ligne 33 - page 3, ligne 35; figures *	9
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
16 mai 2000		Klinger, T
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>		

1

EPO FORM 1503 03.92 (P04C13)

This Page Blank (uspto)